

Studi Aplikasi Metode Risk Based Inspection (RBI) Semi-Kuantitatif API 581 pada Production Separator

Moamar Al Qathafi dan Sulistijono

Jurusan Teknik Material & Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: ssulistijono@mat-eng.its.ac.id

Abstrak—Risk Based Inspection (RBI) merupakan sebuah metode untuk merancang inspeksi dengan menggunakan dasar resiko yang dimiliki oleh alat pada unit kerja. Pada tugas akhir ini peralatan yang diteliti adalah Production Separator. Dimana production separator merupakan salah satu jenis pressure vessel. Pressure vessel adalah alat yang memiliki tekanan dan temperatur berbeda dengan kondisi lingkungan untuk menyesuaikan dengan fluida. Sebagaimana yang telah diketahui, bahwa setiap alat yang menggunakan tekanan dalam kerjanya diperlukan sebuah inspeksi untuk meyakinkan alat dapat berkerja secara baik. Hal ini dikarenakan jika terjadi kegagalan maka akibat yang ditimbulkan sangat besar baik pada manusia maupun lingkungan. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode Risk Based Inspection Semi-Kuantitatif API 581, yang nantinya akan menghasilkan nilai resiko dan risk level dari alat. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa terdapat 24 bagian memiliki tingkat resiko medium risk dan 4 bagian memiliki tingkat resiko medium high risk. Dengan mekanisme kerusakan thinning maka disarankan untuk melakukan inspeksi selanjutnya tidak melebihi setengah sisa umur pakai. Untuk metode inspeksi yang disarankan adalah visual examination dan ultrasonic test.

Kata Kunci— API 581, Production Separator, RBI, Semi-Kuantitatif.

I. PENDAHULUAN

Pressure vessel merupakan sebuah peralatan yang memiliki temperatur dan tekanan yang berbeda dengan kondisi lingkungannya, hal ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan fluida yang ditampung. Berdasarkan dari persyaratan hukum, semua peralatan yang menggunakan tekanan harus dilakukan inspeksi sesuai dengan *inspection code* masing-masing. Inspeksi ini berfungsi untuk meyakinkan dan menjaga kelayakan dari alat tersebut sehingga dapat melanjutkan prosesnya [1].

Kebutuhan inspeksi untuk memastikan bahwa peralatan layak untuk proses telah berkembang dengan sejalanannya waktu. Perencanaan inspeksi secara tradisional hanya didasari oleh perspektif, sehingga tidak memperhatikan kondisi aktual dari sebuah komponen dalam melakukan inspeksi [2].

Seperti yang diketahui terdapat dua kondisi ekstrim inspeksi yang keduanya sangat tidak diinginkan. Kondisi ekstrem yang pertama adalah sedikitnya inspeksi pada peralatan bertekanan dan pipa yang menyebabkan

kerusakan. Satu kondisi lainnya adalah terlalu banyaknya inspeksi sehingga membuat biaya membengkak [3].

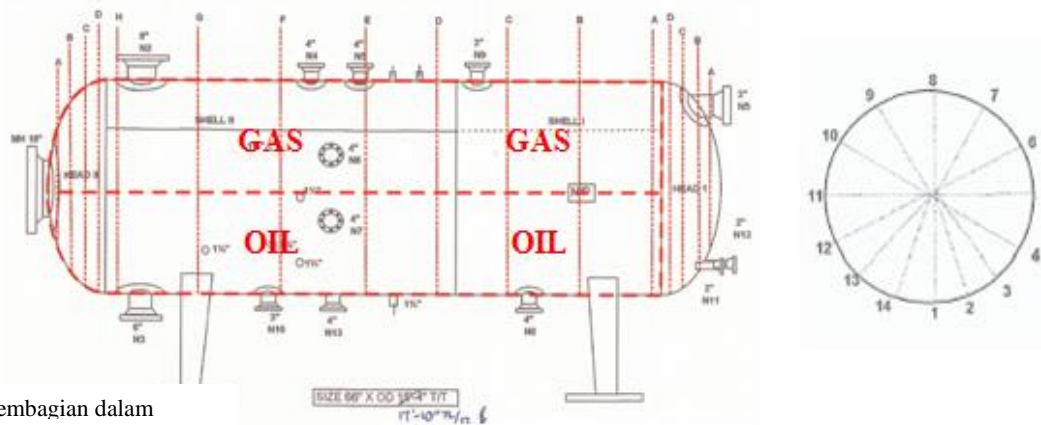
Maka dari itu diperlukan sebuah metode yang dapat menjadwalkan inspeksi yang bukan hanya berdasarkan waktu (*time based inspection*) namun juga berdasarkan resiko yang dimiliki oleh alat. Dalam perkembangannya telah ditemukan sebuah metode yaitu metode risk based inspection (RBI). RBI adalah metode yang menggunakan resiko sebagai dasar dalam memprioritaskan dan mengatur pola inspeksi. Dalam sebuah sistem operasi telah diketahui bahwa terdapat resiko yang cukup tinggi pada sebagian kecil peralatan. Dengan metodologi RBI maka inspeksi dan perawatan dapat ditingkatkan untuk peralatan dengan resiko yang tinggi tersebut dan untuk peralatan dengan resiko yang rendah usaha inspeksi dapat disesuaikan. RBI menentukan kombinasi yang optimum yang meliputi metode inspeksi, lingkungannya, dan frekuensi [4].

Dalam penelitian kali ini peralatan yang akan dianalisis adalah *Production Separator* pada industri pengolahan minyak dan gas. *Production separator* sendiri merupakan salah satu jenis pressure vessel yang berfungsi untuk memisahkan dua atau lebih fasa dalam proses pemurnian. Hasil dari dilakukannya analisis RBI pada alat tersebut adalah penjadwalan inspeksi sesuai dengan tingkat resiko yang dimiliki dan metode inspeksi yang tepat digunakan sesuai dengan mekanisme kerusakan yang terjadi pada peralatan tersebut. Diharapkan dengan adanya hal tersebut dapat mengurangi terjadinya resiko kegagalan yang ada dalam perusahaan.

Terdapat informasi umum dari alat yang dianalisis seperti yang ditunjukkan tabel 1.

Tabel 1. Informasi Umum Alat

Tag No.	ETA-V-003
Design Press/Temp	230 psig / 200°F
Operating Press/Temp	110 psig / 130°F
Diameter	66"
Length	17'-10"
Year of Built	1980



Gambar 1. Pembagian dalam

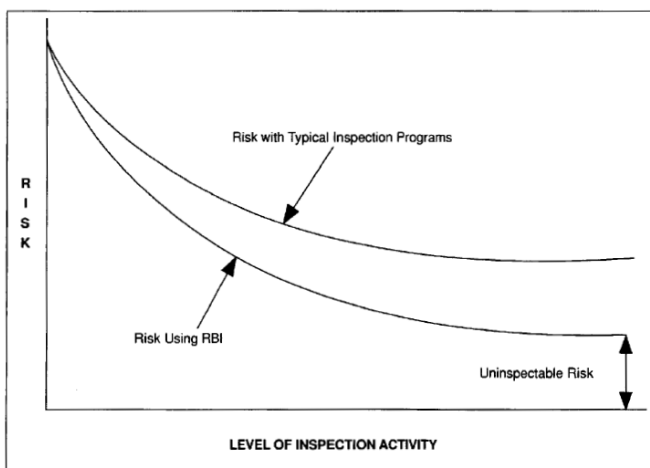
II. METODE PENELITIAN

A. Risk Based Inspection (RBI)

Risk Based Inspection (RBI) merupakan metode yang menggunakan resiko sebagai dasar untuk melakukan sebuah inspeksi. Metode ini mengkategorikan peralatan operasional berdasarkan tingkat resiko yang dimiliki. Hal ini dikarenakan tingkat resiko pada setiap alat berbeda. Dengan digunakannya metode RBI maka alat dengan resiko yang tinggi mendapatkan penanganan khusus dan alat dengan tingkat resiko yang lebih rendah dapat ditangani sesuai keperluan sehingga dapat mengurangi inspeksi berlebihan. Adapun tujuan dari Risk Based Inspection adalah sebagai berikut:

1. Melindungi peralatan dengan mengidentifikasi area yang memiliki tingkat resiko tinggi
2. Memperkirakan nilai resiko pada tiap peralatan
3. Adanya prioritas berdasarkan nilai resiko yang terukur
4. Merancang rencana inspeksi yang cocok untuk dilakukan
5. Secara sistematis mengatur resiko pada kegagalan alat

Inspeksi yang lebih efektif dapat mengurangi tingkat resiko dengan mengurangi frekuensi adanya kegagalan di masa yang akan datang, melalui tindakan korektif dan preventif yang dilakukan.



Gambar 2. Management of Riks Using RBI [5].

Terdapat tiga jenis metode RBI yaitu kualitatif, semi-kuantitatif, dan kuantitatif. Metode kualitatif merupakan metode yang menganalisis menggunakan pengkategorian umum untuk kemungkinan dan konsekuensi kegagalannya. Sedangkan metode kuantitatif adalah metode yang menganalisis berdasarkan penghitungan data kompleks. Metode semi-kuantitatif merupakan metode pertengahan antara kualitatif dan kuantitatif, dimana hasilnya lebih akurat dari kualitatif namun penghitungannya tidak sekompleks kuantitatif.

Terdapat dua elemen yang dihitung dalam metode semi-kuantitatif yaitu kemungkinan kegagalan (*probability of failure*) dan konsekuensi kegagalan (*consequence of failure*). Penghitungan kedua elemen tersebut menggunakan *Appendix B-Workbook for Semi-Quantitative Risk-Based Inspection Analysis* pada *API 581 Publication*.

Kemungkinan kegagalan pada API RBI dihitung menggunakan persamaan:

$$P_f(t) = gff \cdot D_f(t) \cdot F_{MS} \quad (1)$$

Pada persamaan tersebut, kemungkinan kegagalan, $P_f(t)$, ditentukan sebagai produk dari frekuensi kegagalan umum, gff , faktor kerusakan, $D_f(t)$, dan faktor sistem manajemen, F_{MS} .

Frekuensi kegagalan umum sebuah komponen diestimasikan menggunakan catatan dari semua pabrik dalam sebuah perusahaan atau dari berbagai pabrik dalam sebuah industri, dari sumber literatur, dan data umum keandalan komersial. Frekuensi kegagalan umum dimaksudkan untuk menjadi representatif frekuensi kegagalan dari penurunan mutu kerja yang dialami selama dioperasikan pada lingkungan yang spesifik, dan ditunjukkan untuk beberapa ukuran lubang pada tipe-tipe peralatan.

Faktor kerusakan adalah faktor yang didasarkan dari mekanisme kerusakan yang terjadi. Ada beberapa contoh mekanisme kerusakan yaitu *thinning*, *stress corrosion cracking*, *high temperatur hydrogen attack*, dan *mechanical fatigue*.

Faktor sistem manajemen diperoleh dari hasil sebuah evaluasi fasilitas atau sistem manajemen unit operasi yang mempengaruhi risiko pabrik. Faktor diaplikasikan secara sama untuk semua komponen dan hal ini tidak

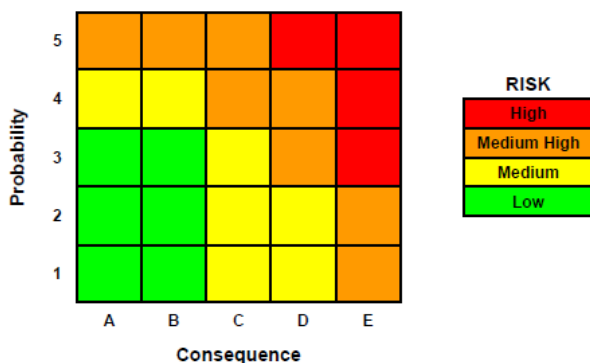
berpengaruh terhadap urutan tingkat risiko sebuah komponen.

Konsekuensi kegagalan didasarkan kebocoran fluida berbahaya dari sebuah alat bertekanan yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan lainnya, melukai pegawai, kerugian produksi dan dampak lingkungan yang tidak diinginkan. Ada beberapa langkah untuk mendapatkan nilai konsekuensi yaitu:

1. Menentukan fluida representatif dan sifatnya
2. Menentukan lubang kebocoran
3. Menentukan total kebocoran
4. Menentukan laju kebocoran
5. Menentukan tipe kebocoran
6. Menentukan efek pasca kebocoran

B. Penjadwalan Inspeksi

Hasil utama dari sebuah metode RBI adalah matriks resiko yang menempatkan alat pada tingkat resiko tertentu seperti yang ditunjukkan gambar 3.



Gambar 3. Matriks Resiko

Seperti yang terlihat resiko merupakan kombinasi dari kemungkinan kegagalan dan konsekuensi kegagalan.

$$Risks = CoF \times PoF \quad (2)$$

Dari tingkat resiko tersebut dapat dibuat penjadwalan untuk alat yang dianalisis.

Penjadwalan inspeksi melihat tingkat resiko dan juga mekanisme kerusakan yang terjadi pada alat. Jadwal dari inspeksi sebuah alat menurut risikonya ditunjukkan dengan persamaan berikut [6]:

$$NID = I_{ef} CR_L \quad (3)$$

Pada persamaan tersebut jadwal inspeksi selanjutnya, NID , ditentukan sebagai produk dari keefektifan inspeksi, I_{ef} , confidence rating, C , dan umur pakai sisa, R_L . Nilai keefektifan inspeksi yaitu 0 – 1, nilai tersebut berdasarkan kategori keefektifan inspeksi yang ada. Sedangkan nilai dari confidence rating diambil berdasarkan tingkat risikonya yaitu kurang dari 0.5 untuk tingkat resiko tinggi dan lebih dari 0.5 untuk tingkat resiko rendah.

C. Metode Inspeksi

Metode inspeksi yang dimaksud di sini adalah metode yang tepat digunakan untuk mendeteksi mekanisme kerusakan yang terjadi pada alat. Sehingga mengurangi metode inspeksi yang berlebihan dan hasil yang didapatkan lebih optimal.

III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Risk Based Inspection (RBI) Semi-Kuantitatif

Analisis RBI berdasarkan metode semi kuantitatif dapat dihitung dengan berpedoman pada *Appendix B-Workbook for Semi-Quantitative Risk Based Inspection Analysis API RBI 581*. Terdapat lima lembar kerja pada buku kerja tersebut yaitu Bagian A, Bagian B, Bagian C1, Bagian C2 dan Bagian D. Kelima lembar kerja tersebut yang nantinya akan membantu untuk menghitung konsekuensi kegagalan dan kemungkinan kegagalan sehingga didapatkan nilai resiko.

Bagian A: Penghitungan Laju Kebocoran

Fluida representatif pada analisis kali ini tergolong pada $C_{17}-C_{25}$ (gas oil, typical crude), golongan tersebut memiliki sifat sebagai berikut:

1. Molecular Weight : 280
2. Density : 48.383 lb/ft³
3. Normal Boiling Point : 651°F
4. C_p : -22.4
5. Ambient State : Liquid
6. Auto Ignition Temp : 396°F

Dengan menggunakan dasar volume peralatan dikonversikan terhadap massa jenis maka didapatkan nilai kapasitas dari *production separator* adalah 20,485.36 lbs sehingga termasuk dalam kategori C dengan jangkauan kapasitas 10,000-100,000 lbs. Terdapat setidaknya tujuh pipa yang berhubungan langsung dengan *production separator*. Sehingga dampak yang disebabkan oleh kerusakan alat masuk dalam kategori C. *Production separator* memiliki detektor yang akan memberikan indikasi jika terdapat kebocoran. Dengan begitu maka sistem deteksinya menempati kategori B. Selain sistem deteksi, hal yang perlu dipertimbangkan adalah sistem isolasi. Meskipun terdapat detektor namun ketika terjadi kebocoran, proses tidak diberhentikan secara otomatis. Sehingga dalam hal ini peralatan yang dianalisis masuk ke dalam sistem isolasi kategori B.

Tabel 2. Durasi Kebocoran Berdasarkan Sistem Deteksi dan Isolasi (API RBI Based Resource Document 581)

Ukuran Lubang	¼ inch	1 inch	4 inch	16 inch
Durasi Kebocoran	40 menit	30 menit	20 menit	0 menit

Tahap selanjutnya adalah menentukan laju kebocoran dari fluida, dalam analisis kali ini fluida merupakan liquid maka penghitungan laju kebocoran didasarkan persamaan berikut:

$$Q_L = C_d \cdot A \sqrt{2\rho - \rho \frac{g_c}{144}} \quad (4)$$

Dimana:

Q_L : liquid discharge rate (lbs/sec),

C_d : discharge coefficient,

A: hole-cross sectional area (sq in),

ρ : density,

g_c : conversion factor from lb_f to lb_m ($32.2 \text{ lb}_m\text{-ft} / \text{lb}_f\text{-sec}^2$).

Tabel 3. Nilai Laju Kebocoran

Ukuran Lubang	¼ inch	1 inch	4 inch	16 inch
Laju Kebocoran (lbs/sec)	0.277	4.44	71.03	1,136.46

Dari data laju kebocoran yang ada maka durasi kebocoran dari *production separator* berdasarkan penghitungan bisa didapatkan yaitu dengan membagi jumlah total fluida 20,485.36 lbs dengan laju kebocoran. Adapun nilainya sebagai berikut:

Tabel 4. Durasi Kebocoran Berdasarkan Penghitungan

Ukuran Lubang	¼ inch	1 inch	4 inch	16 inch
Durasi Kebocoran (min)	1,232.57	76.9	4.81	0.3

Sebelum menentukan durasi kebocoran yang sebenarnya maka perlu ditentukan terlebih dahulu ditentukan tipe kebocoran dari fluida berdasarkan massa fluida yang keluar dari alat selama tiga menit. Tipe kebocoran per ukuran lubang adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Tipe Kebocoran (API RBI Based Resource Document 581)

Ukuran Lubang	Total Massa Kebocoran dalam 3 menit (lbs)	Tipe Kebocoran
¼ inch	49.86	Continuous
1 inch	799.2	Continuous
4 inch	12785.4	Instantaneous
16 inch	204562.8	Instantaneous

Terdapat dua data durasi kebocoran yaitu berdasarkan sistem deteksi-isolasi dan berdasarkan penghitungan. Kedua data durasi kebocoran tersebut dibandingkan, lalu dipilih yang terkecil untuk digunakan sebagai durasi kebocoran yang sebenarnya. Tipe kebocoran *instantaneous* dianggap memiliki durasi kebocoran sebenarnya 0 menit hal ini dikarenakan ketika alat memiliki tipe ini maka fluida yang berada di dalam akan seketika keluar. Dengan ketentuan yang ada maka durasi kebocoran sebenarnya adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Durasi Kebocoran Sebenarnya

Ukuran Lubang	Durasi Kebocoran berdasarkan Sistem Deteksi dan Isolasi (min)	Durasi Kebocoran berdasarkan Penghitungan (min)	Durasi Kebocoran Sebenarnya (min)
¼ inch	40	1,232.57	40
1 inch	30	76.9	30
4 inch	20	4.81	0
16 inch	0	0.3	0

Bagian B: Analisis Kemungkinan

Dalam menganalisis sebuah peralatan yang berukuran besar maka peralatan tersebut dibagi menjadi beberapa bagian, hal ini dilakukan karena dalam proses pemurnian kondisi fluida dalam peralatan berbeda pada setiap bagiannya [7]. Sehingga untuk menganalisis TMSF agar lebih terkontrol maka *production separator* dibagi menjadi beberapa bagian, hal ini dikarenakan perbedaan

corrosion rate dari setiap bagian. Pembagian seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Peralatan yang dianalisis kali ini merupakan pressure vessel. Berdasarkan API RBI 581 TMSF yang terjadi adalah *thinning* disebabkan adanya korosi setempat (*localized*) oleh faktor fluida yang dikandung. Untuk mendapatkan nilai dari TMSF *Thinning* perlu untuk dicari terlebih dahulu konstanta reduksinya. Dalam mencari konstanta reduksi dipakai persamaan di bawah:

$$a \cdot r / t \quad (5)$$

Dimana:

a = lama pemakaian (tahun)

r = *corrosion rate* (mm/year)

t = tebal (mm)

Efektifitas inspeksi alat tergolong dalam *fairly effective* dikarenakan pengukuran ketebalan telah dilakukan dengan metode *Spot Ultrasonic Test* (UT) dan pemeriksaan visual namun tanpa adanya pelepasan bagian alat. Selama pemakaian, *production separator* telah dilaksanakan dua kali inspeksi yaitu pada tahun 2010 dan 2013. Sehingga dari nilai konstanta reduksi dan efektifitas inspeksi didapatkan nilai TMSF. Namun sebelum menentukan termasuk ke dalam kategori kemungkinan kegagalan yang mana, masih perlu dilakukan penghitungan TMSF *Adjust*. TMSF *Adjust* didapatkan dengan mengalikan nilai TMSF dengan nilai faktor *overdesign*. Nilai faktor *overdesign* sendiri didapatkan dengan melihat rasio *Maximum Allowable Work Pressure* (MAWP) dengan *Operational Pressure* (OP) dan didapatkan bahwa faktor *overdesign* dari alat tersebut adalah 0.5. Sehingga didapatkan kategori kegagalan sebagai berikut:

Tabel 7. Kategori Kemungkinan Kegagalan [5]

Bagian	$a \cdot r / t$	TMSF	TMSF <i>Adjust</i>	Kategori Kemungkinan Kegagalan
H1 Mark A	0.053	1	1	2
H1 Mark B	0.053	1	1	2
H1 Mark C	0.112	2	1	2
H1 Mark D	0.169	70	35	3
H2 Mark A (Oil)	0.017	1	1	2
H2 Mark A (Gas)	0.032	1	1	2
H2 Mark B (Oil)	0.023	1	1	2
H2 Mark B (Gas)	0.036	1	1	2
H2 Mark C (Oil)	0.059	1	1	2
H2 Mark C (Gas)	0.058	1	1	2
H2 Mark D (Oil)	0.429	500	250	4
H2 Mark D (Gas)	0.028	1	1	2
S1 Mark A (Oil)	0.104	1	1	2
S1 Mark A (Gas)	0.101	1	1	2
S1 Mark B (Oil)	0.093	1	1	2
S1 Mark B (Gas)	0.047	1	1	2
S1 Mark C (Oil)	0.033	1	1	2
S1 Mark C (Gas)	0.112	1	1	2
S2 Mark D (Oil)	0.196	120	60	3
S2 Mark D (Gas)	0.077	1	1	2
S2 Mark E (Oil)	0.05	1	1	2
S2 Mark E (Gas)	0.06	1	1	2
S2 Mark F (Oil)	0.066	1	1	2
S2 Mark F (Gas)	0.07	1	1	2
S2 Mark G (Oil)	0.125	6	3	2
S2 Mark G (Gas)	0.232	170	85	3
S2 Mark H (Oil)	0.078	1	1	2
S2 Mark H (Gas)	0.021	1	1	2

Bagian C1: Penghitungan Konsekuensi Keterbakaran

Berdasarkan sistem deteksi dan isolasi dari peralatan maka besar reduksi laju kebocoran dari alat tersebut adalah 15%. Sehingga laju kebocoran menjadi seperti berikut:

Tabel 8. Nilai Total Laju Kebocoran

Ukuran Lubang	Laju Kebocoran (lbs/sec)	Total Laju Kebocoran (lbs/sec)
¼ inch	0.277	0.236
1 inch	4.44	3.774
4 inch	71.03	60.38
16 inch	1,136.46	965.99

Pada saat terjadi kebocoran ada luasan daerah yang terkena dampaknya. Luasan daerah terdampak ini dibagi menjadi dua yaitu luas daerah kerusakan dan luas daerah berbahaya.

Tabel 9. Luas Daerah Dampak Kebocoran

Ukuran Lubang	Luas Daerah Kerusakan (ft ²)	Luas Daerah Berbahaya (ft ²)
¼ inch	6.298	18.184
1 inch	76.502	214.806
4 inch	927.529	2,533.134
16 inch	11,246.793	29,875.698

Sistem mitigasi pada *production separator* hanya melakukan tindakan monitoring terhadap sistem air pemadam saja maka luasan yang dapat direduksi adalah 5%.

Tabel 10. Luas Total Daerah Dampak Kebocoran

Ukuran Lubang	Luas Daerah Kerusakan (ft ²)	Luas Daerah Berbahaya (ft ²)
¼ inch	5.983	17.275
1 inch	72.677	204.066
4 inch	881.153	2,406.477
16 inch	10,684.453	28,381.913

Bagian C2: Penghitungan Konsekuensi Racun

Pada analisis kali ini tidak terdapat adanya senyawa HF atau H₂S dalam peralatan yang dianalisis sehingga lembar kerja C2 ini dapat ditiadakan dan memiliki nilai 0.

3.1.5 Bagian D: Penghitungan Resiko

Menentukan nilai frekuensi kegagalan umum (g_n) didasarkan jenis peralatan yang dianalisis. Selanjutnya menentukan nilai fraksi frekuensi kegagalan umum. Nilai fraksi frekuensi kegagalan umum didapatkan dengan membagi nilai frekuensi kegagalan umum (g_n) dengan jumlah total nilai frekuensi kegagalan umum (total g_n). Sehingga didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 11. Nilai Fraksi Frekuensi Kegagalan Umum

Ukuran Lubang	Frekuensi Kerusakan Umum	Fraksi Frekuensi Kerusakan Umum
¼ inch	4×10^{-5}	2.6×10^{-1}
1 inch	1×10^{-4}	6.4×10^{-1}
4 inch	1×10^{-5}	6.4×10^{-2}
16 inch	6×10^{-6}	3.9×10^{-2}

Nilai luasan kerusakan ini didasarkan pengalihan luasan daerah yang terkena dampak keterbakaran dan racun dengan fraksi frekuensi kegagalan umum. Dalam analisis kali ini hanya dipakai luasan dampak keterbakaran dikarenakan peralatan yang dianalisis tidak mengandung HF dan H₂S. Sehingga didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 12. Nilai Luasan Kerusakan

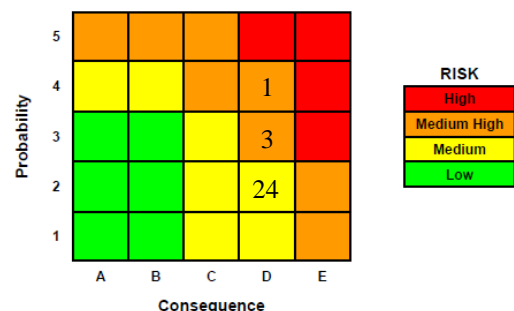
Ukuran Lubang	¼ inch	1 inch	4 inch	16 inch
Nilai Luasan Kerusakan (ft ²)	4.492	130.602	154.015	1,106.895

Nilai luasan kerusakan pada setiap lubang dijumlahkan dan didapatkan nilai sebesar 1,396.004 ft². Berdasarkan tabel 12 maka peralatan memasuki kategori konsekuensi kegagalan D yaitu antara 1,000-10,000 ft². Sehingga tingkat resiko dari alat sebagai berikut:

Tabel 13. Tingkat Resiko

Bagian	Kategori PoF	Kategori CoF	Tingkat Resiko
H1 Mark A	2	D	2-D
H1 Mark B	2	D	2-D
H1 Mark C	2	D	2-D
H1 Mark D	3	D	3-D
H2 Mark A (Oil)	2	D	2-D
H2 Mark A (Gas)	2	D	2-D
H2 Mark B (Oil)	2	D	2-D
H2 Mark B (Gas)	2	D	2-D
H2 Mark C (Oil)	2	D	2-D
H2 Mark C (Gas)	2	D	2-D
H2 Mark D (Oil)	4	D	4-D
H2 Mark D (Gas)	2	D	2-D
S1 Mark A (Oil)	2	D	2-D
S1 Mark A (Gas)	2	D	2-D
S1 Mark B (Oil)	2	D	2-D
S1 Mark B (Gas)	2	D	2-D
S1 Mark C (Oil)	2	D	2-D
S1 Mark C (Gas)	2	D	2-D
S2 Mark D (Oil)	3	D	3-D
S2 Mark D (Gas)	2	D	2-D
S2 Mark E (Oil)	2	D	2-D
S2 Mark E (Gas)	2	D	2-D
S2 Mark F (Oil)	2	D	2-D
S2 Mark F (Gas)	2	D	2-D
S2 Mark G (Oil)	2	D	2-D
S2 Mark G (Gas)	3	D	3-D
S2 Mark H (Oil)	2	D	2-D
S2 Mark H (Gas)	2	D	2-D

Didapatkan data bahwa pada *Production Separator* ETA-V-003 terdapat 24 bagian yang menempati *medium risk* (2-D) dan 4 bagian yang menempati *medium high risk* (3-D dan 4-D) seperti ditunjukkan pada gambar 5.

Gambar 4. Tingkat Resiko *Production Separator* ETA-V-003

Hal yang menyebabkan 24 bagian tersebut memiliki tingkat resiko *medium risk* sedangkan 4 bagian lainnya memiliki resiko *medium high risk* adalah nilai TMSF. Nilai TMSF pada 24 bagian dengan tingkat resiko *medium risk* berada pada jangkauan 1 – 10, sehingga menempatkannya pada kategori kemungkinan kegagalan 2. Pada 4 bagian dengan tingkat resiko *medium high risk* nilai TMSF berada pada jangkauan 10 – 100 dan 100 –

1,000. Tinggi atau rendahnya nilai TMSF ini dikarenakan nilai dari *corrosion rates*.

B. Inspection Planning

Dari tingkat resiko yang telah didapatkan maka dapat dibuat penjadwalan inspeksi. Seperti yang telah diketahui terdapat 24 bagian yang menempati *medium risk* dan 4 bagian yang menempati *medium high risk*.

Medium Risk

Dalam mencari jadwal inspeksi bagian dengan tingkat resiko *medium risk* tidak semua bagian tersebut dihitung, hanya diambil salah satu bagian dengan nilai *corrosion rates* paling tinggi pada tingkat resiko tersebut. Dipilihnya *corrosion rates* sebagai acuan dikarenakan yang paling berpengaruh terhadap umur pakai sisa. Dari data yang ada maka nilai *corrosion rates* paling tinggi adalah 0.55 mm/year. Dengan nilai tebal minimum *production separator* 11.43 inch maka jadwal inspeksinya adalah sebagai berikut:

$$R_L = \frac{t_{act} - t_{min}}{r}$$

$$= \frac{14.76 - 11.43}{0.55}$$

$$R_L = 6.054 \approx 6 \text{ years}$$

$$NID = I_{sf} CR_L$$

$$= (0.6)(0.75)(6)$$

$$NID = 2.7 \approx 3 \text{ years}$$

Hasil di atas menunjukkan untuk bagian dengan tingkat resiko *medium risk* jadwal inspeksi selanjutnya adalah 3 tahun.

Medium High Risk

Diketahui terdapat 4 bagian memiliki tingkat resiko *medium high risk* dengan rincian 3 bagian pada matriks 3-D dan 1 bagian pada matriks 4-D. Bagian tersebut disarankan untuk dilakukannya *detail analysis* dan *repair*. Hal ini dikarenakan bagian-bagian tersebut memiliki tebal aktual yang lebih kecil dari tebal minimum yang dibutuhkan sehingga tidak layak untuk beroperasi. Selain itu *corrosion rates* dari keempat bagian tersebut terlalu tinggi.

C. Inspection Method

Untuk menentukan metode inspeksi yang tepat adalah dengan melihat mekanisme kerusakan yang terjadi. Pada analisis kali ini, alat mengalami kerusakan berupa *thinning* yaitu penipisan ketebalan dinding alat akibat adanya korosi lokal (*localized corrosion*).

Beberapa metode yang dapat digunakan yaitu *visual examination*, *ultrasonic straight beam*, *eddy current*, *flux leakage*, *radiography* dan *dimensional measurement* [5]. Metode-metode tersebut merupakan metode yang paling efektif digunakan untuk jenis kerusakan *thinning*. Selain itu, metode di atas merupakan jenis NDE (*Non-Destructive Examination*) yaitu inspeksi yang dapat dilakukan tanpa mengganggu proses produksi.

Tidak semua metode di atas digunakan dalam penerapannya, hal ini menyangkut biaya bila semua

metode digunakan. Dari metode di atas diambil *visual examination* dan *ultrasonic straight beam* sebagai metode inspeksi yang tepat digunakan pada *Production Separator* ETA-V-003. Kedua metode tersebut dipilih karena dirasa paling efisien dan cepat untuk mendapatkan hasil.

IV. KESIMPULAN

1. *Production Separator* ETA-V-003 memiliki 24 bagian yang menempati kategori resiko *medium risk* dan 4 bagian yang menempati kategori resiko *medium high risk*, sehingga penjadwalan inspeksi untuk bagian dengan tingkat resiko *medium risk* adalah 3 tahun dan untuk *medium high risk* dilakukan *detail analysis* dan *repair*.
2. Metode inspeksi yang tepat untuk dilakukan pada *Production Separator* ETA-V-003 adalah NDE (*Non-Destructive Examination*) yang meliputi *visual examination* dan *ultrasonic straight beam*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Christian H, et al. 2004. *Regulatory Requirements Related to Risk-Based Inspection and Maintenance*. International Journal of Pressure Vessel and Piping
- [2] Dianqing Li, et al. 2004. *Risk Based Inspection Planning for Ship Structure Using a Decision Tree Method*
- [3] Ramesh J. Paterl, 2005. *Risk Based Inspection*
- [4] _____. 2000. *American Petroleum Institute (API) 581 Risk Based Inspection Base Resource Document*. Washington, D.C: API Publishing Services.
- [5] Wipri Alma. 2011. *Assesment Risk Based Inspection (RBI) pada Storage Tank (31 T 2) di Pertamina RU IV Cilacap*.
- [6] Ming-Kuen Chang, et al. 2005. *Application of Risk Based Inspection in Refinery and Processing Piping*
- [7] Simpson, Jenny. 2007. *The Application of Risk Based Inspection to Pressure Vessel and Aboveground Storage Tanks in Petroleum Fuel Refineries*